

## Programa de Ensino

---

### 1) Identificação

**Disciplina:** INE5442 - Circuitos e Sistemas Integrados  
**Carga horária:** 72 horas-aula      Teóricas: 60      Práticas: 12  
**Período:** 1º semestre de 2020 até a presente data

### 2) Cursos

- Ciências da Computação (208)
- Engenharia Eletrônica (235)

### 3) Requisitos

- Ciências da Computação (208)
  - INE5411 - Organização de Computadores I
- Engenharia Eletrônica (235)
  - INE5406 - Sistemas Digitais

### 4) Ementa

Modelagem simplificada de transistores NMOS e PMOS. O inversor CMOS: característica de transferência, atraso, consumo estático e dinâmico. Lógica combinacional, flip-flops e registradores em CMOS. Estruturas regulares: ULA, PLA, ROM. Princípios básicos de processos de fabricação. Regras geométricas e elétricas de projeto. Scaling. Variabilidade em tecnologias submicrométricas. Estilos full e semi-custom, lógica programável pelo usuário. Leiaute. Níveis de abstração, metodologias de projeto e ferramentas de EDA (simuladores, analisadores, extratores, ferramentas de verificação e síntese).

### 5) Objetivos

**Geral:** Abordar os fundamentos de dispositivos MOS, circuitos CMOS e sistemas eletrônicos VLSI, sob uma perspectiva de projeto de sistemas digitais.

**Específicos:**

- Familiarizar os estudantes com as diferentes representações de projeto;
- Familiarizar os estudantes com as diferentes alternativas de implementação de circuitos e sistemas digitais;
- Familiarizar os estudantes com o fluxo de projeto de circuitos digitais, informando-os sobre as diferentes classes de ferramentas e sobre o seu uso em distintas metodologias.

### 6) Conteúdo Programático

- 6.1) Evolução tecnológica e representação de projeto [2 horas-aula]
  - Desafios de projeto decorrentes da evolução tecnológica
  - Níveis de abstração para representação de projeto
- 6.2) Métricas de qualidade de um circuito digital [2 horas-aula]
  - Custo do circuito integrado
  - Funcionalidade e Robustez
  - Desempenho
  - Consumo de energia e potência

- 6.3) O processo de fabricação [8 horas-aula]
  - Fabricação de circuitos integrados CMOS
  - Regras de projeto
  - Encapsulamento de circuitos integrados
  - Tendências da tecnologia de processo
  - Variabilidade em tecnologias sub-micrométricas
- 6.4) Os dispositivos eletrônicos [8 horas-aula]
  - O diodo
  - O transistor MOS(FET)
- 6.5) Os meios de conexão [6 horas-aula]
  - Parâmetros das conexões: capacitância, resistência e indutância
  - Modelos elétricos de meios de conexão
- 6.6) O inversor CMOS [8 horas-aula]
  - Operação
  - Comportamento estático
  - Comportamento dinâmico
  - Potência e energia
  - Impacto do “scaling”
- 6.7) Circuitos combinacionais em CMOS [6 horas-aula]
  - Circuitos CMOS estáticos
  - Circuitos CMOS dinâmicos
- 6.8) Circuitos sequenciais em CMOS [6 horas-aula]
  - Latches e registradores estáticos
  - Latches e registradores dinâmicos
  - Circuitos seqüenciais não-biestáveis
  - Alternativas de temporização
- 6.9) Alternativas de implementação para circuitos digitais [6 horas-aula]
  - Projeto “Full custom” e “Semi custom”
  - Projeto baseado em estruturas regulares (“arrays”)
- 6.10) Blocos aritméticos [6 horas-aula]
  - Somadores
  - Multiplicadores
  - Deslocadores
- 6.11) Memória e estruturas regulares [8 horas-aula]
  - Classificação das memórias e principais subcomponentes
  - O núcleo da memória
  - Confiabilidade e rendimento
  - Consumo de potência em memórias
  - Exemplos de memórias e estruturas regulares
- 6.12) Ferramentas de projeto [6 horas-aula]
  - Ferramentas de síntese automática
  - Ferramentas de análise
  - Ferramentas de verificação

## 7) Bibliografia Básica

- UYEMURA, John P. CMOS Logic Circuit Design. 1st ed. 2001. New York, NY: Springer, 2001. xx, 528 p ISBN 9780306475290. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/b117409>
- XIU, Liming. VLSI Circuit Design Methodology Demystified: a conceptual taxonomy. Hoboken, New Jersey.: Wiley-IEEE Press, 2008. ISBN 978-0-470-12742-1 Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/book/5361012>

## **8) Bibliografia Complementar**

- WESTE, Neil H. E.; HARRIS, David Money. CMOS VLSI Design: a circuits and systems perspective. Fourth edition. Boston, MA.: Addison Wesley, 2011. ISBN 978-0-321-54774-3
- RABAEY, Jan M.; CHANDRAKASAN, Anantha; NIKOLIC, Borivoje. Digital Integrated Circuits: a Design Perspective, 3rd edition, Prentice Hall, USA, 2008.